

# 综合物探方法在广东 凡口铅锌矿外围找矿中的应用

张进国 夏训银 王洪生 张 丽

(华北地质勘查局五一九大队 保定 071051)

**摘 要** 文章以凡口铅锌矿外围工作为例,通过研究凡口铅锌矿区地质条件和成矿模式,依据矿区沉积—热液改造矿床具有“层、相、位”控矿规律,设计了磁法、激发极化法、CSAMT等物探方法,建立了地质—地球物理模型进行数据处理和解释,取得了较好的找矿效果。

**关键词** 综合物探 CSAMT 激发极化 磁法 铅锌矿 成矿模式

中图分类号: P631; P618.42; 618.43

文献标识码: A

文章编号: 1674-7801(2011)05-0600-05

## 0 引言

凡口铅锌矿是目前我国乃至亚洲最大的铅锌生产基地,1965年开始建设,目前年产金属(铅+锌)能力15万t,深部矿体是主要开采对象,深度达700m以上。为了扩大资源量,延续老矿山的服役年限,政府和企业投资在其外围开展了一系列的找矿工作。

全国的许多地质专家对凡口铅锌矿进行了研究,对凡口铅锌矿的成因提出了各种不同见解。但对于矿床受地层层位、沉积相特征和特定构造部位控制,即具有“层、相、位”控矿规律是得到普遍肯定的,这对凡口铅锌矿外围找矿具有重要指导意义。

胡椒冲铅锌多金属矿区位于凡口铅锌矿西约5km处,与凡口铅锌矿属于同一地质构造单元。由于区内残坡积层和冲洪积层覆盖严重,地质工作难度较大,找矿效果差,必须依靠先进的物探方法。因此,我们根据凡口铅锌矿的矿床特征,建立了地质—地球物理模型,设计了以高精度磁法、激发极化法和可控源音频大地电磁法(CSAMT)等综合物探找矿方法,形成多方法相结合、由浅部到深部的立体探测模式,全面了解测区地层分布、构造特征和深部电性特征。高精度磁测主要目的是解释测区的构造,激

发极化法主要目的是了解矿源层东岗岭组地层( $D_2d$ )的分布范围和形态特征,可控源音频大地电磁测深主要目的是解释断层、了解深部电性特征,寻找成矿有利部位,指导深部找矿工作。

通过数据处理和综合解释,取得了较好的找矿效果。

## 1 地质概况

### 1.1 区域地质特征

工作区与凡口铅锌矿同处于南岭锡多金属成矿带中段南侧,粤北曲仁构造断陷盆地北缘,仁化—乐昌东西向铅锌成矿带东段。出露地层主要为上古生代地层,呈北西—南东走向,从北往南渐新产出。自老至新有寒武系石英杂砂岩、绢云板岩、泥质板岩,泥盆系桂头组砂页岩,东岗岭组灰岩、天子岭组灰岩,帽子峰组砂页岩,石炭系孟公坳组灰岩组成。

矿区外围岩浆岩比较发育,特别是燕山期岩浆侵入十分强烈。矿区内岩浆岩较少,多以岩脉出现。

区域上褶皱断裂构造比较发育。褶皱主要有煤廊向斜、曲仁向斜、凡口倾伏向斜等;断裂的基本类型有基底断裂、盖层断裂和深断裂3种。依其走向分布和产出特征,可将其分为东西向、南北向、北东

[收稿日期]2010-09-28

[作者简介]张进国,男,1965年生,1987年毕业于桂林工学院,获学士学位,高级工程师,现主要从事地球物理深部找矿、工程物探方法的应用和研究工作。

向和北西向4组。从已知矿区控矿断裂看,盆地东段之“曲仁向斜”控矿断裂主要为南北向(基底断裂)及北北东向(盖层断裂)两组断裂;而西段“乐昌向斜”以东西向(基底断裂)和北西向(盖层断裂)两组断裂为主要控矿构造。

## 1.2 地球物理特征

该区砂岩、灰岩、砂砾岩等沉积岩都呈弱磁或无磁,磁化率平均值在 $10 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 以下,在磁场上表现为稳定的低值异常,形成该区的主要背景场,只有铁帽表现为较强磁反映。

区内砂岩、灰岩、砂砾岩等岩石的极化率(测定成果为充电率)差异并不明显,电阻率差异较大,变化范围 $n \times (1\,000 \sim 10\,000) \Omega \cdot \text{m}$ 。铁帽、碳质粉砂岩等充电率稍高。

铅锌矿具有很低的电阻率和很高的极化率。砂岩、白云岩和灰岩类的电阻率是矿物类电阻率的 $20 \sim 1\,000$ 倍,极化率也相差数倍。因此,矿体与围岩之间存在明显的电性差异。

根据地质、地球物理特征,参照凡口的成矿模式,建立测区地质—地球物理模型。(1)矿床受断层控制,断层的解译很重要,磁异常梯度带和条带状CSAMT低阻异常是重要标志。(2)矿床受不纯碳酸岩盐控制,碳酸盐岩是高阻低极化,富集的铅锌矿床为低阻高极化,因此高阻中的低阻异常是该区的解译标识。(3)由于矿体埋深较大,必然会降低在地面引起的异常强度,东岗岭组地层下伏地段的低缓激电异常可能是深部极化体引起。

## 2 工作方法与技术

### 2.1 高精度磁测

使用仪器为加拿大生产的GSM-19T型质子磁力仪。工作总精度 $\pm 3 \text{ nT}$ ,测网 $50 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ ,采用RTK测量布设。日变观测采样间隔 $20 \text{ s}$ ,野外观测值经日变改正、基点改正、正常场改正和高度改正后计算出 $\Delta T$ ,资料处理进行了化极、解析延拓(上延)、方向导数和二次垂向导数等。

### 2.2 激发极化法

使用仪器为法国IRIS公司生产的VIP10000直流激电仪,采用中梯装置,供电电极距 $AB = 2\,400 \text{ m}$ ,

测量极距 $MN = 40 \text{ m}$ ,观测点距 $20 \text{ m}$ 。野外实测视极化率、供电电流及一次电位差,室内计算视电阻率。该区接地条件较差,为保证数据质量,施工中采取措施,供电电流最小 $4 \text{ A}$ ,供电电压最大 $2500 \text{ V}$ ,固体不极化电极接收。

## 2.3 可控源音频大地电磁法(CSAMT)

CSAMT系统的接收机采用加拿大凤凰公司的V8多功能电磁系统,发射系统为该公司生产的 $30 \text{ kW}$ 的T30发射机;发电机为加拿大产的GM30,磁棒型号为AMT25,测量电极采用固体不极化电极。偶极距 $AB = 2\,000 \text{ m}$ ,收发距 $10 \sim 14.5 \text{ km}$ ,观测极距 $MN = 20 \text{ m}$ ,观测点距 $20 \text{ m}$ ,工作频率范围为 $9600 \text{ Hz} \sim 1 \text{ Hz}$ ,供电电流 $15 \sim 18 \text{ A}$ 。观测参数为视电阻率( $\rho_s$ )和相位( $\varphi$ )。

## 3 综合物探成果

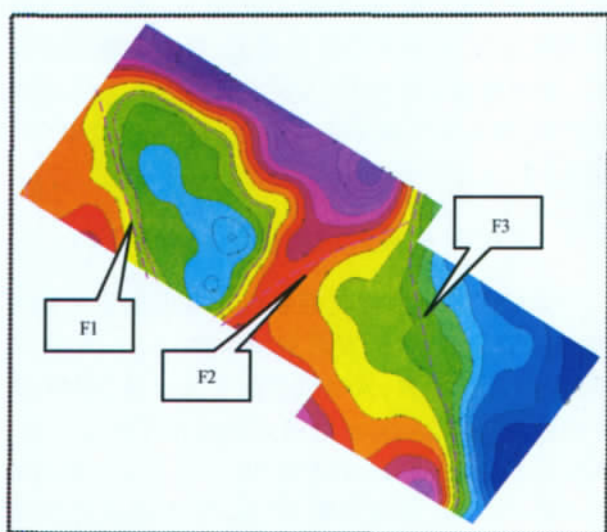
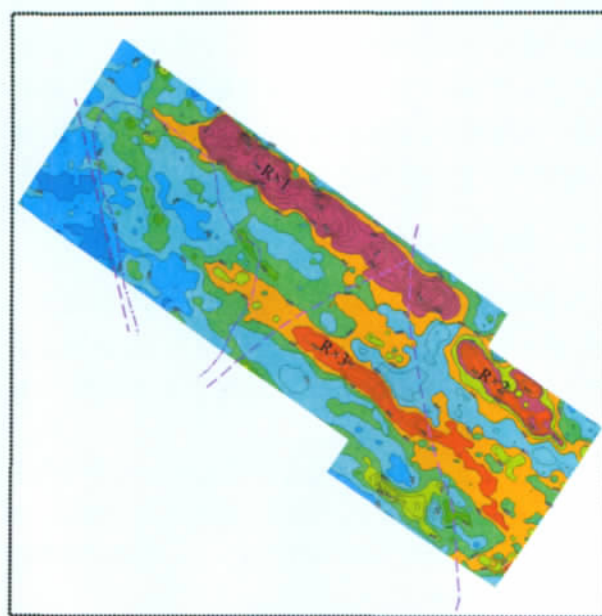
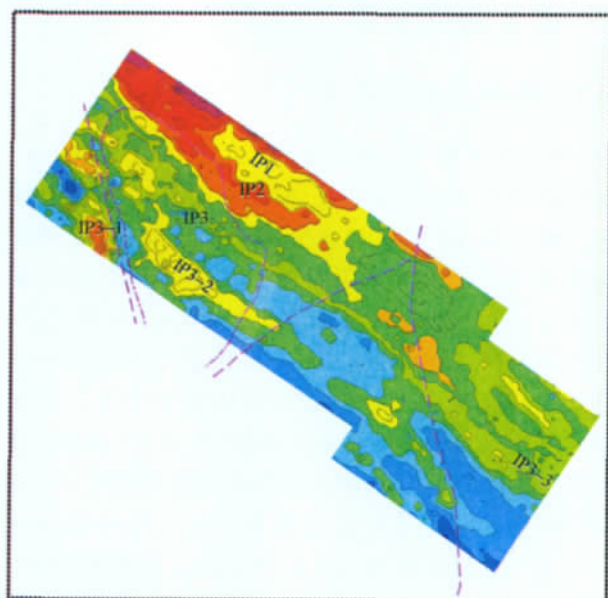
### 3.1 高精度磁测成果

从 $\Delta T$ 平面等值线图来看, $\Delta T$ 最小值 $-160 \text{ nT}$ ,最大值 $342 \text{ nT}$ 。异常度低、梯度变化小,属低磁异常区。大于 $30 \text{ nT}$ 的正异常分布于测区北部,其南部为低缓的正异常,负异常呈线状分布于测区北部,测区中部出现零星点状负异常。通过化极、延拓、方向导数等数据处理后,测区西南部出现范围较大的正磁异常,而测区东部出现范围较大的负异常。根据磁异常的分布状况推测出3条断层:在61线320号点到33线204号点线附近有条北西向的断层F1;19线200号点、3线370号点附有条近北东向的断层F2;5线400号点到36线160号点附近有条北西向的断层F3(图1)。地质人员已经证实了F1断层的存在。

### 3.2 激电中梯成果

激电 $M_s$ 等值线总体呈平行状,从北向南依次呈高、中、低分布,分为5个异常带IP1~IP5。 $\rho_s$ 等值线总体呈平行状,低于 $500 \Omega \cdot \text{m}$ 的异常和大于 $500 \Omega \cdot \text{m}$ 高阻异常均呈北西走向,相间排布,构成4条北西走向的高阻异常带(图2、图3)。

强度最大、走向最长的IP2激电异常带与中泥盆东岗岭组( $D_2d$ )地层完全一致。中泥盆东岗岭组( $D_2d$ )地层向南西倾斜,倾角 $40^\circ$ 左右,在其下伏方

图1  $\Delta T$  化极上延 200 m 平面图图3 激电  $\rho_s$  等值线平面图图2 激电  $M_s$  等值线平面图

向激电异常减弱而且沿走向连续性较差。根据与凡口铅锌矿资料对比分析,中泥盆东岗岭组( $D_2d$ )地层是该区的矿源层,局部的高值异常中心与浅部富集的金属硫化物矿床有关。异常检查结果见到矿(化)体,因此可以推断 IP2 激电异常为矿致异常。根据凡口铅锌矿“层、相、位”控矿规律和激电异常强度分析,出露的中泥盆东岗岭组( $D_2d$ )地层内形成较大规模矿体的可能性不大,在其下伏方向,该组地层被上泥盆系或石炭系地层覆盖,在地表引起的激电异常必然减弱,弱激电异常可能为深部极化体

的引起。这也是该矿区勘探的主要目标。

### 3.3 CSAMT 成果

根据凡口铅锌矿成矿模式及“层、相、位”控矿规律建立的地球物理模型,CSAMT 断面中的低阻异常带和高阻中的相对低阻异常是重要的找矿标志。

图4是穿过激电异常 IP5 的地质物探综合剖面图,方向北东。CSAMT 在地表出现较连续的低阻异常,反映了第四系(含风化层),深部为高阻异常带,总体倾向南西,与地层倾向一致,高阻的局部出现低阻异常。在244号点标高-200 m 上出现柱状低阻异常带,为断层 F3 的反应,倾向南西。

剖面上226-242号点间出现宽度200 m、极大值为13%  $\rho_s$  均小于500  $\Omega \cdot m$  的低阻高极化异常,对应的激电异常 IP5; 在274-320号点间出现宽度300 m、极大值为17%  $\rho_s$  均小于500  $\Omega \cdot m$  的低阻高极化异常,对应激电异常为 IP2。IP2 异常地表出露地层为东岗岭组( $D_2d$ ),推测中浅部存在低阻高极化地质体。自激电异常 IP2 沿着地层倾斜方向指剖面244点附近,深部标高-300 m 以下,在 CSAMT 高阻异常中存在一个明显的低阻异常中心,且位于 F3 断层附近,推测为深部找矿有利部位。

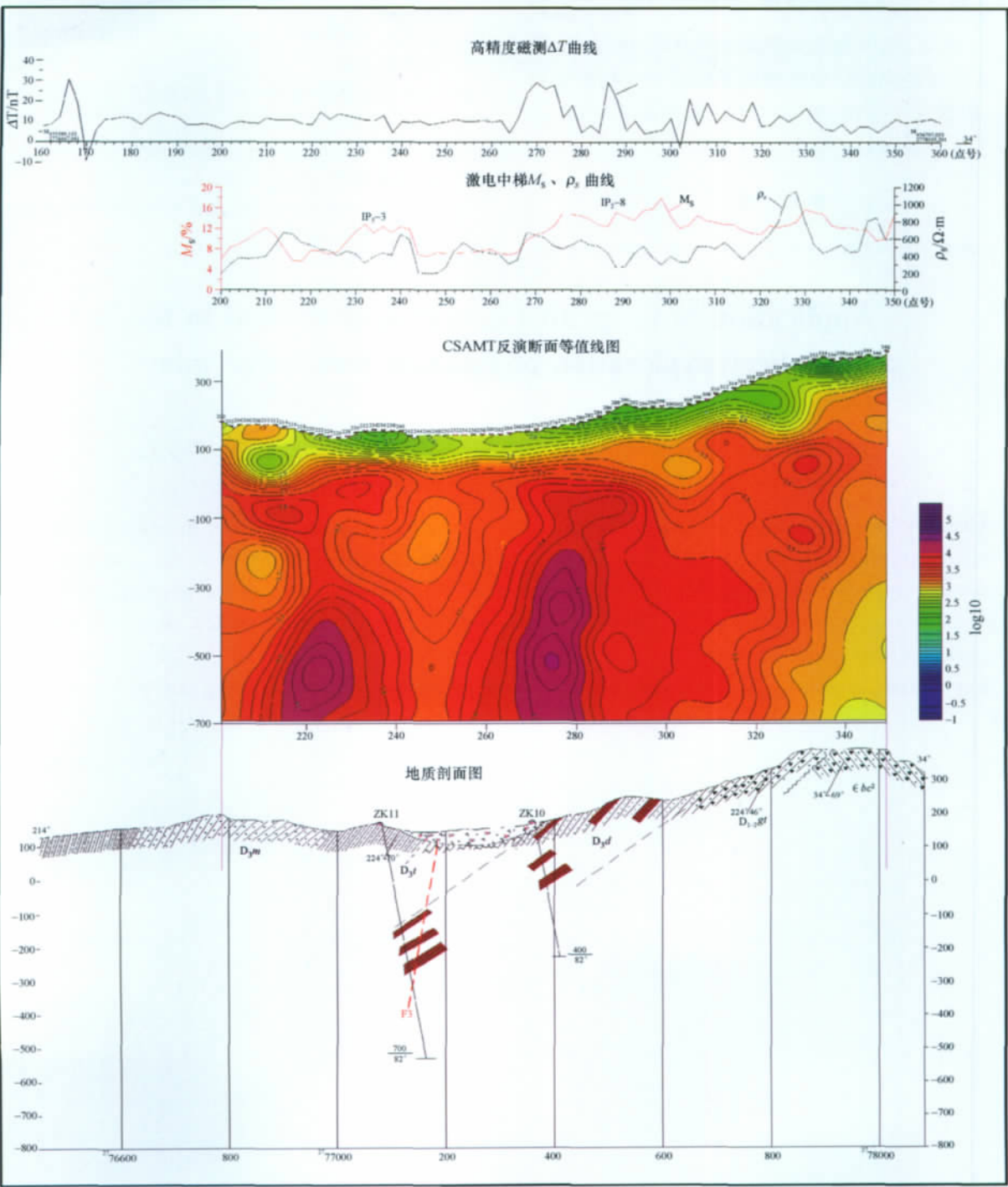


图4 22线综合剖面图

4 结论

地质找矿已经进入“第二找矿空间”,寻找深部矿产是今后地质工作者的主要任务。作为深部找矿的重要手段,物探工作在方法设计上要依据地质成

矿模式,选择综合物探方法,根据成矿模式,建立地质—地球物理模型,作为数据处理、反演计算和解释的重要依据。

根据凡口铅锌成矿模式,利用磁法、激电中梯和 CSAMT 成果,推断位于东岗岭组( $D_2d$ )地层中、断裂构造附近的高阻区中的相对低阻异常是找矿有利地段,根据这一认识,推测了区内深部矿体靶区,并设计了 3 个深部验证钻孔。

### 参考文献

- [1] 何继善.可控源音频大地电磁法[M].长沙:中南工业大学出版社,1990.
- [2] 石昆法.可控源音频大地电磁法理论与应用[M].北京:科学出版社,1999.
- [3] 许跃初.凡口铅锌矿地质特征及成矿模式[J].中国矿山工程,2006,35(12):20-22,33.
- [4] 王涌泉.凡口铅锌矿矿体地质特征及控矿因素分析[J].能源与环境,2009,(11).
- [5] 张建奎.可控源音频大地电磁测深找铅锌矿的应用[J].物探与化探,2010,34(2):167-169.

## Application of integrated geophysical method in the periphery exploration of FanKou lead – zinc mine

ZHANG Jin – guo ,XIA Xun – yin ,WANG Hong – sheng ,ZHANG Li  
( 519 Group of North China Geological Exploration Bureau ,Baoding 071051)

**Abstract:** Take the periphery exploration of FanKou lead zinc mine as an example in this article. By studying geological conditions and mineralization model of FanKou lead – zinc mine ,and according to the metallogenic regularity of "layer ,phase ,bit" found in the deposition – hydrothermal transformation ore deposit of the surveyed area ,the authors designed some geophysical methods such as magnetic prospecting ,induced polarization and CSAMT , and established the geology – geophysics model to process and interpret data , which obtained a better prospecting effects.

**Key words:** integrated geophysical method; CSAMT; induced polarization; magnetic prospecting lead – zinc mine metallogenic model